

驾驶技能评价指标体系研究

彭 虎,张 雨,张进秋,彭志召,刘义乐

(装甲兵工程学院 装备试用与培训大队,北京 100072)

摘要:驾驶技能评价是对驾驶员操作车辆的技术水平进行评价的过程,建立合适的指标体系是进行评价的基础和前提;对目前的驾驶技能评价研究状况进行了介绍,对评价指标体系进行了分类概括和分析,指出各个指标体系的特点及存在的不足,通过研究坦克装甲车辆驾驶特点,建立相应驾驶评价指标体系,为驾驶技能评价及指标体系研究的发展方向提供了建议。

关键词:驾驶技能;评价;指标体系

本文引用格式:彭虎,张雨,张进秋,等. 驾驶技能评价指标体系研究[J]. 四川兵工学报,2014(8):51-54.

中图分类号:U471.3

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2014)08-0051-04

Research on Norm System of Driving Skill Evaluation

PENG Hu, ZHANG Yu, ZHANG Jin-qiu, PENG Zhi-zhao, LIU Yi-le

(Brigade of Equipment Trail and Training, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

Abstract: Driving skill evaluation is a process of evaluating on skill standard of driver handle vehicles. Building proper norm system is the foundation and premise of conducting evaluation. This article introduced current research condition of driving skill evaluation, classified summarized and analyzed evaluation norm system, pointed out characteristics and existed defects of each norm system, through the research on driving character of armored vehicles, established driving evaluation norm system. It provides suggestions for research of development direction on driving skill evaluation norm system in the future.

Key words: driving skill; evaluation; norm system

Citation format: PENG Hu, ZHANG Yu, ZHANG Jin-qiu, PENG Zhi-zhao, et al. Research on Norm System of Driving Skill Evaluation[J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2014(8): 51-54.

技能是一种做事的本事,是外在的看得见摸得着的活动方式^[1]。驾驶技能是描述驾驶员对车辆操作,使之按照驾驶员意图工作的技术和方法,它是一种操作技能。对驾驶技能评价指标体系进行研究是实现驾驶评价的基础,同时也是提高驾驶训练效率的重要影响因素^[2-4]。

驾驶技能评价是一个综合性的系统,其评价过程受到很多因素的影响,研究现状表明驾驶评价指标复杂,不同类型的车辆(如民用汽车和军用装甲车辆)的操作方式及结构构造存在很大差别,因此无法制定统一的标准^[5-6]。目前的指标体系研究小到每一个驾驶员操作动作,大到涉及人的生理、心理因素及驾驶环境因素,既有单一性研究,又有整体性描述,笔者将驾驶评价指标体系归为对车辆操纵评价指标、

评价单项指标及整体性指标3类,并根据装甲车辆驾驶评价的特点提出了装甲车辆驾驶评价指标,供学者参考。

1 车辆操纵评价指标

对车辆操纵评价指标研究是基于驾驶员可直接控制的各个操纵部件来对驾驶行为过程进行探索的。这是驾驶技能评价最基础的方面,同时也是影响最直观的部分^[7]。

1.1 车辆整体操纵指标

对车辆的操纵能力是描述驾驶员驾驶技能水平的一个重要方面,也是最直接影响车辆行进的控制因素。在驾驶操作评价指标基础性探索研究方面,刘大建建立了驾驶操作质

量的二级评价指标体系,从操作的正确性、动作之间的连贯性和操作动作柔顺性三个一级指标到操作动作的完整性、操作顺序的正确性、排挡操作、离合器操作、油门操作、刹车操作、踩油门速度等 14 个二级指标对度量指标进行了研究^[8]。指标描述比较全面,既有单个动作的操作又有组合动作的度量,如图 1 所示。

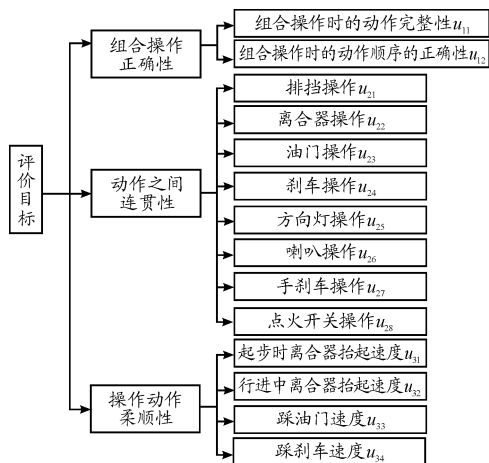


图1 驾驶操作质量多层模糊评价结构示意图

1.2 换挡操纵指标

为了对装甲车辆换挡过程进行描述,石志涛综合考虑驾驶技能评价指标一般的选取方法,为提高评价体系的合理性和可行性,从连贯性、工效性、稳定性以及对机动性能的影响 4 个方面建立了如图 2 所示的换挡操作评价指标体系构成^[9]。

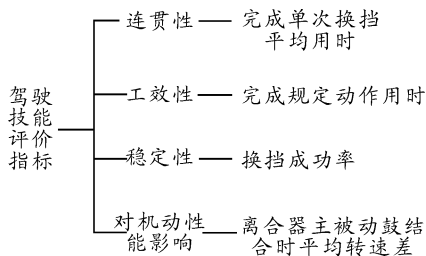


图2 驾驶技能评价指标体系构成图

结合装甲车辆驾驶实际情况,充分考虑影响换挡的综合性因素,分别选择完成单组动作平均用时、完成规定动作用时、操作成功率和换挡时主离合器主被动鼓的平均转速差 4 个指标作为评价换挡操作的指向性指标。

换挡操作过程中,在驾驶员可以正确操纵变速杆的前提下,主要是通过驾驶员的加速踏板和离合器踏板操作特性以及挡位的选取时机准确度等指标来评定其换挡操作技能水平^[10]。杨明涛通过加速踏板、离合器踏板以及换挡时变速杆的操作协调性来评定、衡量驾驶员操作熟练程度^[11]。选取的描述换挡过程指标如图 3 所示,主要包括:换挡时离合器踏板完全踩下时刻 t_{k1} 和油门踏板完全抬起时刻 t_g 之间的时间差 Δt_1 为第 1 个指标, $\Delta t_1 = |t_{k1} - t_g|$; 换挡时刻是否在

正常的换挡时刻内,换挡时刻 t_h 与 t_{k1} 之差 Δt_k 为第 2 个指标, $\Delta t_k = |t_{k1} - t_h|$; 离合器踏板完全踩下保持时间 ΔT_k 与油门踏板完全抬起保持时间 ΔT_g 的平均值 ΔT 作为第 3 个指标, $\Delta T = (\Delta T_k + \Delta T_g)/2$; 离合器从联动位置到完全结合为止离合器踏板抬起的平均速率 v_k 为第 4 个指标, $v_k = (\chi_{k2} - \chi_{k1})/(t_{k2} - t_{k1})$; 驾驶员踩下离合器踏板到速度突变点为起步时间为第 5 个指标,用 t_q 表示。

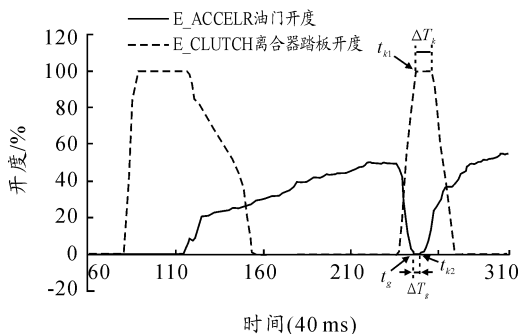


图3 驾驶员 t_{k1} 、 t_{k2} 、 t_g 以及 ΔT_k 、 ΔT_g 的定义

通过这些以时间度量的数据指标来描述换挡操作过程,评价驾驶员操作技能水平高低及熟练程度,更加接近实际的驾驶操作。经试验验证,作者选取的 5 个指标能够将不同驾驶员操作换挡过程水平的差异表现出来,作为车辆操纵评价指标具有良好的度量性。

2 驾驶行为单项评价指标

驾驶行为单项评价指标针对某一影响驾驶行为的因素进行描述和研究,能够比较细致地分析出特定因素对于驾驶行为影响的权重,影响的方式及与其他关键性指标之间的联系。

2.1 驾驶过程单项指标

在分析评价驾驶行为的差异方面,秦小虎根据不同的驾驶者在行驶速度与车距保持的采样数据上表现出不同的信息特征来区分。而后从整体角度出发,建立各个指标之间相互联系的关系^[12]。此外,为了验证在汽车设计中仅有几个单项指标就可确定出合理的综合评价指标的结论,赵又群对确定驾驶员-汽车闭环系统操纵性的各个单项评价指标方面进行了研究,通过增加某些单项评价指标,对汽车的开环和闭环操纵性单项评价指标做了更为详细的研究^[13]。

从车距、开环及闭环操作指标对车辆驾驶的影响来细化某一单一因素对于驾驶过程的影响重要度以及影响方式,是对于具体行为的具体研究,这是作为基础性探索是很有必要的方面。

2.2 S-O-R 驾驶员单项指标

评价指标的选取不仅仅需要从驾驶员操作的角度出发,同时也需要从驾驶员生理及心理对环境的反应情况以及驾驶员操作对车辆性能的影响方面去考虑^[14]。评价驾驶员驾驶技能的好坏不仅要考虑动作的完成质量及熟练程度,还应

综合考虑信息刺激的多源性及复杂环境中驾驶任务集聚的协同反应机理,荆强结合驾驶员行为特性相关理论,根据人行为的S-O-R(刺激-中间变量-动作)经典模式拓展,构建了由感知能力、判断能力和操纵能力组成的驾驶技能评判体系^[15],如图4所示。

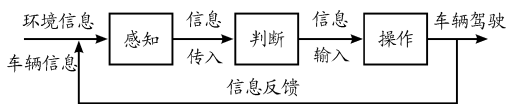


图4 驾驶员信息处理过程简化模型

对单项指标的研究仅仅是作为一种探索和过渡,要想实现更加全面更加准确的驾驶技能评价过程描述,就必须从全局的角度出发,充分考虑到包括驾驶操作、车辆行进及外部环境变化等诸多因素。

3 驾驶行为整体评价指标

驾驶行为整体性评价指标是将所有影响驾驶行为的内部和外部因素作为评价指标体系的一部分进行研究,不仅有驾驶员自身的生理及心理因素,还包括车辆状态指标以及外部环境特性。

3.1 人-车表征指标

为了全面描述驾驶评价过程,李平凡从驾驶人感知、决策、操控和车辆运行状态四个方面入手,通过对影响驾驶员驾驶状态的生理及心理研究分析,对驾驶行为特征作了细化,构建了驾驶行为表征指标体系^[16]。驾驶行为表征指标体系如下:

感知环节中以视觉信息为基础,提出包括驾驶员视点分布范围、注视区域分布比例和注视序列3个指标;决策环节中提出了决策规则和决策反应时间2个指标;操控环节中提出了换挡频率、空挡滑行比率、转向操纵杆使用频率3个指标;车辆运行状态中提出了速度变异性系列指标以及方向盘转角2个指标,分别表征车辆运行速度以及车辆转角,描述车辆运动状态。

通过实验验证,所选取的表征驾驶员驾驶状况的指标能够有效地利用于对驾驶行为的评价和分析。

3.2 驾驶行为完整性指标

借助于驾驶行为整体性评价指标的研究影响,唐优华结合现有驾驶员考核项目构建了驾驶员驾驶能力评测指标体系^[17]。该体系主要由3个一级指标及18个二级指标构成,涵盖了道路交通安全、驾驶空间感知及驾驶员对车辆操控的多方面影响车辆道路行驶的因素,从指标体系建立的整体性对驾驶员驾驶能力评测进行了描述。

根据装甲车辆驾驶技能评价的目的和特点,罗剑总结多名坦克驾驶专家经验,遵循指标选取的关键性、针对性、敏感性、层次性、可度量性及客观性6大原则,从主观及客观因素出发,构建了包含3个一级指标的10个二级指标和22个三级指标在内的3层驾驶技能评判指标体系^[18]。

指标体系涉及影响驾驶员操纵装甲车辆的感知能力、判断能力及操纵能力3大方面。之后对所选取的指标进行标准化处理,使其转化为统一的无量纲小型评判指标。对评价指标进行标准化处理是为了剔除不易被识别利用的数据,使各个指标按照统一的标准进行转化,便于后续工作的开展。采用这样的方式对数据指标进行处理是研究过程中值得借鉴的一种方式^[19]。

综合评价指标权系数的确定始终是困扰人们的难题,目前各种指标体系中各个独立指标及指标系统之间的层次关系建立起来之后,由于其应用性不强,从实际来说并没有得到很好的利用,采用标准化处理时解决这种问题的一种方式,但是从指标选取上就应该考虑到不兼容的问题^[20]。因此,今后的课题研究方向可能会着重于对综合评价指标权系数的选取问题研究。

4 坦克装甲车辆驾驶评价指标

4.1 坦克装甲车辆驾驶特点

坦克装甲车辆面向战场设计,驾驶过程有其自身的特点,在此列举视界和操作特性两个主要特点。

1) 视界。坦克装甲车辆在研制过程中会综合机动性能、防护性能、火力性能,考虑到最大限度地保护驾驶员,坦克装甲车辆均采用潜望镜,视界非常受限,以驾驶员视角为出发点,在坦克装甲车辆内看到的视界显示为如图5所示的棱形立方体^[18]。在此提出视角速度 ω ,其单位为rad/s。

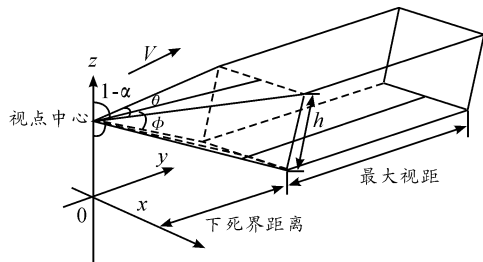


图5 驾驶员视野空间示意图

$$\omega = \sqrt{\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\phi}{dt}\right)^2}, \text{当 } x=0 \text{ 时, 简化为 } \omega = \frac{h}{y_0^2 + h^2}$$

· V, y_0 为下视界距离。从公式可以看出,视点高度 h 不变,车速 V 越大,则视角速度越大,反之则越小。在驾驶过程中,驾驶员所能看到的路面及驾驶环境状况空间狭小,大部分的外部情况只能通过驾驶经验来判断。

2) 操作特性。坦克装甲车辆在设计过程中会考虑到车辆的防护性能,采用钢制材料使得重量通常都会在十吨以上,这样会造成车辆的启动、换挡、制动、转向等比民用车辆更加笨重,速度更加缓慢,以某型坦克为例,由于缺少液压助力装置,在离合器踏板、油门踏板、制动器踏板、挡位杆及左右转向操纵杆的操作过程中显得很吃力,特别是在换挡过程中,严重的打齿和挂挡困难给驾驶操作带来了不利的影响,在评价过程中客观因素不能得到很好的排除。

4.2 装甲车辆驾驶评价指标

综合权值指标是通过评价对象自身的特点以及评价各个因素的影响程度综合权衡而提出的适宜于最优评价选取对象的针对性指标,这类指标通常并不需要包含影响驾驶技能评价的所有因素,只是对特定对象特定条件下的一个描述和评价。

依据坦克装甲车辆驾驶的特点,将驾驶技能评价从理论研究到实践应用,驾驶员心理及生理因素差异可以通过反复的训练得到加强,在对坦克装甲车辆驾驶评价过程中,考虑排除驾驶员心理及生理因素的差异对于驾驶操作过程的影响。此外,军用车辆越野性好,将驾驶操作过程作为主要评价对象是对研究坦克装甲车辆驾驶评价的积极探索。按照权重计算,综合权值指标考虑驾驶操作评价指标作为坦克装甲车辆驾驶技能评价的主要指标,指标体系如图6所示。

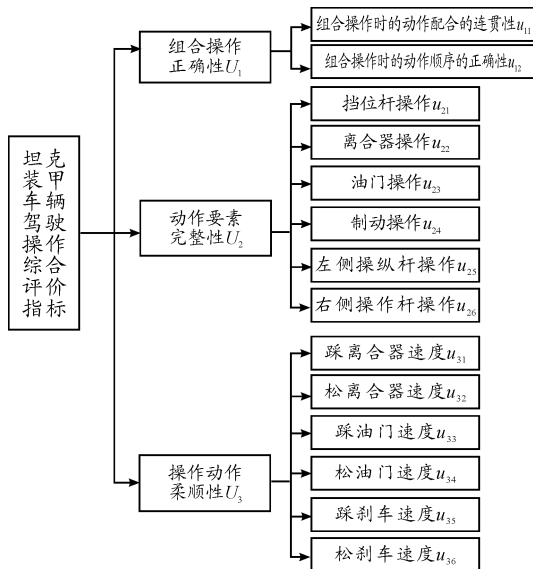


图6 坦克装甲车辆驾驶操作综合评价指标

驾驶操作过程中,单个操作指标包括驾驶员能够直接操作和把握的离合器踏板、制动器踏板、油门踏板、挡位杆、左右操纵杆等5个车辆行驶过程中涉及的操作对象,以及电源开关、警报器开关、启动按钮、手加油齿杆等4个起车和停车过程涉及的动作对象,组合动作过程指标包括发动、起车、加速、换挡、转向、制动、停车、熄火等过程。

5 结论

本文通过对驾驶技能评价研究概况进行概括,对当前指标体系研究现状进行了总结分析,提出了适宜于坦克装甲车辆的驾驶评价的指标,并对指标体系发展应向着综合权值评价指标方向发展的趋势做出了预测,为驾驶评价研究发展提供参考。

参考文献:

- [1] 盛景东. 谈驾驶技能训练的教学[J]. 教育论坛, 2008, 16(4): 12-15.
- [2] 明波, 荆强, 王玉栋, 等. 坦克驾驶[M]. 北京: 中国人民解放军装甲兵工程学院运用室, 2003.
- [3] 赵云杰. 论汽车驾驶技的形成与驾驶技的培养[J]. 黑龙江科技信息, 2010(2): 46-47.
- [4] 杨玉炎. 汽车驾驶技能形成规律的探索[J]. 中国职业技术教育, 2006, 24(7): 26-28.
- [5] 李广青, 刘敏志, 杨志勇. 坦克驾驶技能形成的基本规律[J]. 装甲兵工程学院院报, 1995, 18(6): 19-22.
- [6] Yilu Zhang, C. Liu William. Driving Skill Characterization: A Feasibility Study[J]. USA. 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2008.
- [7] 罗江凡, 保鲁尼. 驾驶行为研究中的车辆信息采集方法[J]. 交通标准化, 2007(9): 178-180.
- [8] 刘大建. 汽车模拟驾驶训练中多层次模糊综合评价方法[J]. 机电工程, 2004, 21(11): 62-63.
- [9] 石志涛. 装甲车辆驾驶动作识别及技能评价研究[D]. 北京: 装甲兵工程学院, 2012.
- [10] 王德胜, 杨建华. 装甲车辆行驶原理[M]. 北京: 装甲兵工程学院, 1997: 1-60.
- [11] 杨明涛. 基于仿真交通环境下驾驶员换挡品质评价研究[D]. 长春: 吉林大学, 2008.
- [12] 秦小虎, 柴毅, 黄席樾. 汽车驾驶员驾驶特征的模糊评价方法[J]. 2004, 21(4): 90-92.
- [13] 赵又群, 郭孔辉. 汽车操纵性评价指标的研究[J]. 汽车工程, 2001, 23(1): 15-19.
- [14] Ashok Kumar. A Smart Sensor - Based Software System for Driver Evaluation[J]. University of Louisiana at Lafayette, 2010(5): 41-44.
- [15] 荆强, 罗剑, 高永强, 等. 基于驾驶员行为特性的驾驶技能评价指标研究[J]. 汽车工程学报, 2011(2): 153-158.
- [16] 李平凡. 驾驶行为表征指标及分析方法研究[D]. 长春: 吉林大学, 2010.
- [17] 唐优华. 机动车驾驶员考核系统设计与研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2006.
- [18] 罗剑. 装甲车辆驾驶技能批判研究[D]. 北京: 装甲兵工程学院, 2011.
- [19] 李晓东. 坦克分队训练评估系统的研究与实现[D]. 长沙: 国防科技大学, 2007: 8-14.
- [20] Hideyuki Goto. Estimation of Driving Loci and Evaluation of Driving Skill[J]. College of Engineering Hosei University, Tokyo, 2008(10): 13-16.